

FARKLI AMBALAJLARDAKİ PASTÖRİZE SÜTLERİN DAYANIMLARININ VE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI*

COMPARISON OF SHELF LIFE AND QUALITY PROPERTIES OF PASTEURIZED MILK IN DIFFERENT PACKAGES

Atilla YETİŞMEYEN, Sema TEKİNER

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü-ANKARA

ÖZET: Bu araştırmada cam şişe ve kartonda paketlenen pastörize sütün dayanımları ve kalite muhafazaları üzerinde ambalaj materyali ve depolama koşullarının etkileri incelenmiştir. Her iki ambalajda bulunan örneklerin yarısı oda sıcaklığında ($22 \pm 1^\circ\text{C}$), diğer yarısı ise buzdolabında ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) 4 gün süreyle depolanmıştır. Depolamanın 1., 2. ve 4. günlerinde pastörize süt örneklerinin bazı özellikleri incelenmiştir.

Cam şişe ve karton ambalajın, pastörize sütün kurumadde, yağ, toplam protein içeriklerini, peroksit değerini, toplam bakteri ve koliform bakteri sayısını, istatistiksel olarak etkilemediği, pH ve askorbik asit içeriği bakımından örnekleri olumsuz yönde etkilediği saptanmıştır. Ayrıca cam şişelerdeki örneklerin, karton ambalajlardakine göre daha yüksek duyuşsal puan aldığı görülmüştür.

Depolama boyunca her iki ambalajdaki pastörize süt örneklerinin, askorbik asit, peroksit değeri, toplam ve koliform bakteri sayısı ve duyuşsal puanları olumsuz yönde etkilenmiştir.

SUMMARY: In this study, effects of packaging materials and storage conditions on shelf-life and keeping quality of pasteurized milks which are packaged in glass bottles and paperboard are investigated. Half of samples were stored in room temperature ($22 \pm 1^\circ\text{C}$) and the other was stored in $4 \pm 1^\circ\text{C}$ for four days time interval, some properties of pasteurized milk samples were investigated at the first, second and fourth days of storage.

Statisticly, total solid, fat, total protein content, peroxide value, total number of bacteria and coli number was not effected by glass bottle and paperboard on the other hand, it was seen that acidity of titration, pH and ascorbic acid contents results in glass bottle packages was effected negatively. in addition, the samples in glass bottles has more sensory quality to paperboard.

Ascorbic acid content, peroxide value, total and coliform bacteria counts and sensory scores of pasteurized milk samples in both of the packages were negatively effected throughout the storage period.

GİRİŞ

Türkiye'de 1991 yılı rakamlarına göre üretilen 10,240,000 ton çiğ sütün 237,000 tonu içme sütün üretiminde kullanılmıştır. Yine aynı yılın tüketim rakamlarına göre kişi başına düşen yıllık içme sütün miktarı yaklaşık 4 kg'dır (ANONYMOUS, 1993). Diğer ülkelerde ise, örneğin A.B.D.'de 106,8 kg, Danimarka'da 124,8 kg, Fransa'da 87,2 kg ve Almanya'da 56,3 kg'dır (WORLD DAIRY SITUATION, 1988).

Türkiye'de toplumun işlenmiş içme sütünü tüketme alışkanlığı gelişmez iken, açıkta satılan ve insan sağlığını doğrudan tehdit eden sokak sütünü tüketme eğilimi daha çoktur. Oysa insanların sağlıklı beslenmelerinde sokak sütünü yerine hergün iki su bardağına eşdeğer yaklaşık 500 gr hijyenik ambalajlı içme sütünü tüketmeleri gerekir.

Ülkemizde kamu ve özel sektöre ait süt işletmelerinde paketlenmek üzere toplam 300,000 ton/yıl pastörize içme sütün işleme kapasitesi (ANONYMOUS, 1989) olmasına karşın, 1992 yılında 151,000 ton/yıl pastörize içme sütün işlenmiştir (ANONYMOUS, 1993).

Renner (1984), pastörize sütün paketlenmesinde cam şişe, karton ambalaj, plastik torba ve plastik şişe kullanıldığını belirtirken, Türkiye'de genellikle cam şişe ve çok az miktarda da polietilen torba tercih edilmektedir. Ancak son 2-3 yılda pastörize sütün karton ambalajlarda paketlenmeye başlamıştır.

Paketlemenin tam olarak yapılabilmesi için ambalajlama materyalinin aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekir (RENNER, 1984):

*: Bu çalışma Sema Tekiner'in Yüksek Lisans tezinden alınmıştır (Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu 92-11-14-01)

- Ambalaj malzemesi ışık geçirmemelidir.
- Kapamanın pakette kontaminasyonu önleyecek şekilde yapılması gerekir.
- Paketleme materyali su ve koku geçirmemeli, suda erimemeli ve yabancı kokulara sahip olmamalıdır.
- Süt ile ambalaj malzemesi arasında olası reaksiyonlar ve/veya madde alış-verişi yok denecek kadar az olmalıdır. Pastörize sütün duyuşal niteliğinin bozulmaması için ambalajın çevreden alınabilecek aroma maddelerine karşı geçirimsiz olması gerekir.

Tabii ki paketleme malzemesinin seçiminde yukarıda anılan teknolojik faktörler yanında onların hijyenik olması da gözönüne alınmalıdır. Yine uygun ambalaj materyalinin seçiminde malzemenin depolama özellikleri de bilinmelidir (KESSLER, 1988).

Türkiye'de pastörize içme sütü işleyen işletmelerin ambalaj malzemeleri olarak yıllardan beri kullandıkları cam şişe, ışığı diğer ambalajlara göre daha fazla geçirmesinden dolayı sütü, güneş ışığı ve yapay ışığa karşı iyi koruyamamaktadır. Ülkemizde ancak son 2-3 yılda karton kutularda ambalajlama başlamıştır. Dolayısıyla tüketici, piyasada iki ayrı ambalajdan birini tercih etmek durumunda kalacaktır. Bu seçimde hem her iki ambalaj materyalinin birbirine göre bazı avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymak, hem de sütün dayanımı üzerine etkilerini saptamak amacıyla böyle bir araştırma planlanmıştır.

Araştırma materyali olarak T.S.E.K. (Türkiye Süt Endüstrisi Kurumu) Lalahan/Ankara Süt Mamulleri İşletmesinden sağlanan karton kutu ve şişede ambalajlanmış pastörize içme sütlerinden yararlanılmıştır.

LİTERATÜR ÖZETİ

Türkiye'de ambalaj materyalinin pastörize içme sütlerinin kalitesine etkisi hakkında araştırma yapılmamıştır. Bu nedenle diğer ülkelerde konuyla ilgili araştırmalardan bazılarının kısa özetleri konu başlıklarına göre aşağıda verilmiştir.

Ambalaj materyalinin ışık geçirgenliği yönünden pastörize süte etkisi: Farklı ambalajların ışık geçirgenliğini araştıran HOSKIN ve DIMICK (1979), cam şişelerin ışığı % 95, polietilen ambalajların % 18-24 ve karton ambalajların ise çok daha az geçirdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca anılan araştırmacılar, 380-480 nm dalga boyundaki ışığa karşı yeşil renkli plastik şişelerin önemli ölçüde sütü koruyucu etki gösterdiğini, ancak karton ambalajlar kadar etkili olmadığını açıklamışlardır.

Pastörize sütün duyuşal kalitesi üzerine ışık, olumsuz bir etkide bulunmaktadır. Işık etkisi ile pastörize sütteki askorbik asit ve riboflavin (B₂-vitamini) fotooksidasyona uğramakta ve oksidasyon sırasında açığa çıkan perhidroksil (HO₂) aminoasitlerle reaksiyona girerek aktive edilmiş okside aromaya neden olmaktadır (AURAND ve ark., 1966; BRADLEY, 1980).

MATTSON (1955) Tetra-Pak kutu ve cam şişelerde paketlenmiş pastörize sütlere ışığın etkisi üzerine yaptığı bir araştırmada, Tetra-Pak kutunun üründe "güneş ışığı aroması" gelişimini azalttığını belirtmiştir. Karton kutularda ve cam şişelerde paketlenen pastörize sütlerin kalitesine ışığın etkisini araştıran RADEMA (1955), karton kutulardaki sütlerin birkaç dakika düzenli olarak güneş ışığına bırakılması ile okside aromanın geliştiğini ve 20-40 dakika içinde peroksit sayısının (PV) şişe sütlerine göre daha hızlı arttığını açıklamıştır.

CREDIT ve ark. (1973), karton kutularda paketlenmiş pastörize süt örneklerini 4,5°C'de 30 gün depolamışlar ve bu süre sonunda, örneklerin sadece % 11'inin kabul edilebilir aromaya sahip olduğunu saptamışlardır.

Şeffaf-renksiz cam, plastik ve karton ambalajlarda paketlenmiş pastörize sütlerin aroması üzerine flüoresan ışığın etkisini araştıran DIMICK (1973), kartonun sütü 48 saatten daha fazla bir süre ışık etkisiyle (fotooksidasyonla) oluşan aromaya karşı koruduğunu, plastik ve cam şişelerdeki sütlerde ise yalnızca 12 saat ışığa maruz kalma sonunda istenmeyen aroma gelişiminin görüldüğünü belirtmiştir. Ayrıca plastik ve cam şişelerdeki sütler arasında organoleptik özellikler bakımından farklılık olmadığı bulunmuştur. Araştırmada lipid oksidasyonu ile oluşan okside aromanın tespit edilmesi amacıyla TBA (tiobarbütirik asit) testi sonunda TBA değerlerinin ışık etkisiyle oluşan aromadan farklı olduğunu ve örneklerin aminoasit kompozisyonlarının ışık etkisiyle değişmediği gözlenmiştir.

Bir başka çalışmada cam şişelerde ve karton kutularda paketlenmiş pastörize sütlerin kalite muhafazası ve organoleptik özellikleri incelenmiştir. Araştırmada depolama boyunca cam şişelerdeki sütlerin aromalarının karton kutulardakine oranla daha hızlı bozulduğu belirlenmiştir (HANKIN ve ark., 1977).

Almanya'da yapılan bir araştırmada (RENNER, 1982), pastörize sütün cam şişe, polikarbonat ve karton ambalajlarda ışığa maruz bırakılarak depolanmaları sonucunda polikarbonat ambalajlarda ve cam şişelerde paketlenmiş sütlerde, karton ambalajlardaki pastörize sütlere oranla daha fazla organoleptik bozulma ve oksidatif değişim gözlenmiştir.

ALLEN ve JOSEPH (1983), cam şişelerdeki pastörize sütlerde aroma bozulmasının kimyasal yönü ile ilgili yaptıkları araştırmada, örnekleri 7°C'de 14 gün karanlıkta depolanmışlardır. Araştırma sonunda peroksit değeri (PV), depolama boyunca 5 mEqO₂/kg-yag'dan düşük bulunmuştur. Bazı örneklerin 535 nm'de TBA değerleri sıfır bulunurken, 450 nm'deki TBA değerleri ise 6 gün içerisinde 0,90'a yükselmiştir.

İngiltere'de yapılan bir araştırmada, karton kutu ve polietilen şişelerdeki pastörizesütlerin karanlıkta 6°C'de 4 gün depolanmasıyla aromalarında herhangi bir değişim olmadığını belirlemişlerdir. Aynı sıcaklık ve sürede flüoresan ışık altında depolanan karton kutulardaki sütlerin aromalarının kabul edilebilirliğinin, polietilen şişelerdekine göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır (SCHRÖDER ve ark., 1985).

Ambalajın Işık Geçirgenliğinin Pastörize Sütün Besin Değerine Etkisi: Pastörizasyon sonrası genel olarak vitamin kaybı % 10'dan az olmaktadır. Sütün güneş ışığı ya da flüoresan ışık gibi yapay ışığın etkisinde kalması ile organik ve besinsel değeri açısından ciddi zararlar görülmektedir. Ayrıca ışık etkisiyle C vitamini ile kısmen riboflavin ve A vitamini indirgenmektedir (RENNER, 1989).

Cam şişelerde ve karton (Tetra-Pak) kutularda paketlenmiş pastörize sütlerin askorbik asit içeriklerine ilişkin araştırmalar (MATTSON, 1955; DIMICK, 1973) sonunda, cam şişelerde askorbik asit azalmasının, karton ambalaja göre daha hızlı olduğu anlaşılmıştır.

SATTAR ve DEMAN (1974), 4 ayrı materyal ile (Plastik şişe, karton kutu, şeffaf ve mat plastik poşet) ambalajlanmış pastörize sütlerin flüoresan ışık altında depolanmasında, mat plastik poşetlerdeki örnekler hariç tüm örneklerin askorbik asit ve riboflavin içeriklerinde önemli bir azalma belirlemişlerdir.

Tetra-Brik ve Pure Pak ambalajlarda 5°C'de karanlıkta 6 gün depolanan pastörize sütlerin askorbik asit konsantrasyonu 8 mg/l'ten 0,6 mg/l'ye düşmüştür (HANSSON ve OLSSON, 1977).

Polietilen ve polietilen kaplı karton ambalajlardaki pastörize sütlerin ışık etkisiyle vitamin içeriklerinde meydana gelen değişimler üzerine yapılan bir araştırmada (GOUSSAULT ve ark., 1978), 10 örneğin başlangıçtaki riboflavin, C ve A vitamini içerikleri sırasıyla, 100 ml'de 0,172 mg, 1,33 mg ve 113,4 IU olarak saptanmıştır. Karton ve polietilen ambalajlardaki sütlerin C vitamini içeriğinde karanlıkta depolama boyunca 3 gün içerisinde bir değişim olmamıştır. Fakat flüoresan ışıkta depolanan polietilen şişelerdeki sütün C vitamini içeriği 0,59 mg/100 ml'ye azalırken, karton ambalajlarda 1,21 mg/100 ml olmuştur. Sütlerin riboflavin ve A vitamini içeriği, her iki ambalajda 6°C'de 6 gün yapay ışık altında depolandığında önemli bir gelişim göstermemiştir.

GLASS ve HEDRICK (1975), plastik ve karton ambalajlarda paketlenmiş pastörize sütlerde yaptıkları çalışmada C ve B₆ vitaminlerinde bir azalma saptarlarken, 17 aminoasit ile 7 mineral maddede değişim olmadığını belirlemişlerdir.

Cam şişelerde ambalajlanmış pastörize sütler, bir saat güneş ışığında depolandığında askorbik asidin tamamen kaybolduğu, riboflavin içeriklerinin ise depolamanın 6. saatinde azaldığı gözlenmiştir. Cam şişe, karton ve polietilen ambalajlardaki sütler karanlıkta depolandığında A vitamini ve riboflavin miktarı azalmamış, ancak C vitamininde % 50 oranında bir kayıp meydana gelmiştir (RENNER, 1989).

Ambalaj Materyalinin Oksijen Geçirgenliği Yönünden Pastörize Süte Etkisi: RENNER (1989)'in verdiği bilgilere göre; Oksijen, sütte vitamin kayıplarına ve organoleptik özelliklerin kötüleşmesine neden olmaktadır. Başlangıçta sütte genellikle doymun halde olan oksijen miktarı eğer daha sonra dışarıdan kaynaklanan bir artış söz konusu olmazsa azalmaktadır. Bununla birlikte pastörize sütün paketlenmesinde oksijen geçirgenliği olan ambalaj materyali kullanıldığında sütte oksidatif reaksiyonlar artmaktadır.

SCHRÖDER ve ark., (1985), karton kutulardaki pastörize sütlerde çözünmüş oksijen düzeyinin 7°C'de 4 gün depolama süresince önemsiz bir değişim gösterdiğini ya da sabit kaldığını belirtmişlerdir.

Ambalaj Materyalinin Bakteriyolojik Yönden Pastörize Süte Etkisi: Tetra-Pak kutular ve cam şişelerde paketlenmiş pastörize sütlerin mikroorganizma florası üzerine MASONI ve ark. (1957), tarafından yapılan araştırmada, 48 saat boyunca koliform ve toplam bakteri sayılarının değişmediği belirlenmiştir.

Başka bir araştırmada şeffaf cam şişe ile renkli ve renksiz polietilen poşetlerin, pastörize sütlerin mikrobiyolojik kalitesi üzerine bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (CHUCHLOWA ve SIKORA, 1977).

HANKIN ve ark. (1977), cam şişe ve karton ambalajlardaki pastörize süt örneklerinin, başlangıçta toplam bakteri sayılarındaki artışın cam şişe ambalajlarda daha iyi olduğu belirlenmiştir. Yine benzer bir çalışma (YAMOMOTO ve ark., 1982), genel olarak karton kutulardaki sütlerde cam şişelerdekine oranla psikrotropik bakteri kontaminasyonu daha düşük olarak gerçekleşmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırma materyali olan karton (Variopak) ve renksiz cam şişede ambalajlanmış pastörize süt örnekleri T.S.E.K. (Türkiye Süt Endüstrisi Kurumu) Lalahan/Ankara Süt ve Mamülleri İşletmesi'nden sağlanmıştır. İşletmede 85°C'de 30-40 sn. pastörize edilerek üretilen günlük taze pastörize süt, ambalajlanmadan önce pastörize süt tankından ara depolamaya alınmaktadır. Bu tanktan iki ayrı ambalajlama (renksiz cam şişe ve karton kutu) makinesine gönderilmektedir. Böylece aynı pastörize süttten iki ayrı ambalaja paketlenmiş yeterli sayıda örnekler alındıktan sonra bir saat içinde A.Ü.Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Laboratuvarlarına ulaştırılarak gerekli testler yapılmıştır.

Metot

Farklı iki ambalajdaki (renksiz cam şişe ve karton kutu) pastörize süt örnekleri, üretimden yaklaşık bir saat sonra buzdolabı ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) ve oda sıcaklıklarında ($22 \pm 1^\circ\text{C}$) 4 gün depolanmışlardır. Oda sıcaklığında depolanan örnekler, oda içinde gündüzleri gün ışığında (direkt olmamak koşuluyla) geceleri ise karanlıkta bekletilmişlerdir. Depolamanın 1., 2. ve 4. günlerinde iki ayrı ambalaj ve depolama sıcaklığındaki örneklerde (4 kombinasyon) gerekli testler yapılmıştır.

Dört ayrı kombinasyon durumundaki örnekler aşağıda olduğu gibi kodlanmıştır:

- A örneği: Renksiz cam şişe ambalaj + Oda sıcaklığında ($22 \pm 1^\circ\text{C}$)
- B örneği: Karton ambalaj + Oda sıcaklığında ($22 \pm 1^\circ\text{C}$)
- C örneği: Karton ambalaj + Buzdolabı sıcaklığında ($4 \pm 1^\circ\text{C}$)

Deneme üç kez yinelenmiştir.

A, B, C ve D örneklerinde uygulanan analizler şu yöntemlere göre yapılmıştır:

Özgül ağırlık laktodansimetre ile ölçülmüş; kurumadde miktarı T.S.E (1981)'ye göre, yağ miktarı Gerber yöntem ile (YÖNEY, 1973), toplam protein miktarı ve titrasyon asitliği F.A.O. (1977)'ya göre, pH pH-metre ile belirlenmiştir. Homojenizasyon T.S.E. (1971)'in yöntemiyle, Peroksit sayısı DOWNEY (1975)'e göre, askorbik asit miktarı RENNEN (1986)'in belirttiği yöntemle ölçülmüştür.

Toplam bakteri ve koliform bakteri sayımları HARRIGAN ve Mc CANCE (1966)'ye göre yapılmıştır. Duyusal nitelikler METİN (1977)'in puanlama cetveli ile belirlenirken, istatistik hesaplamalar DÜZGÜNEŞ ve ark. (1983)'na göre kontrol edilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Üç tekerrür ile gerçekleştirilen araştırmada materyal olarak alınan işlenmiş pastörize sütlerin nitelikleri standart hatalarıyla birlikte Çizelge 1'de verilmiştir.

Oda sıcaklığında bekletilen A ve B örnekleri, 2. günden sonra yüksek asitlikten dolayı pıhtılaşığı için, depolamanın 4. gününde test edilmesi gereken kriterler yapılamamıştır.

Örneklerin kurumadde, yağ, toplam protein içeriklerinde depolama boyunca bir değişim söz konusu olmadığından bu kriterler yalnız depolamanın başlangıcında test edilmiştir. Ayrıca homojenizasyon kontrolü de sadece depolamanın 1. gününde yapılmıştır. Çünkü bu testte örnekler 48 saat buzdolabında

Çizelge 1. Materyal Pastörize Sütün Bazı Nitelikleri, (n=3)

Nitelikler	Ortalama Değerler
Özgül ağırlık (gr/cm ³)	1,030±0,000
Kurumadde (%)	11,500±0,000
Yağ (%)	3,20±0,00
Toplam protein (%)	3,03±0,05
Titrasyon asitliği (°SH)	7,18±0,18
pH	6,73±0,02
Homojenizasyon kontrolü	Homojenize edilmiştir.
Fosfataz aktivitesi (Skala değeri)	0 (Tam pastörize olmuştur).
Toplam bakteri (adet/ml)	567±232
Koliform bakteri (adet/ml)	Yok

bekeletilmektedir. Oysa bu süre sonunda oda sıcaklığında depolanan örneklerin pıhtılaşması nedeniyle kontrollerin yapılması mümkün olmamıştır.

Çizelge 2. İki Farklı Ambalajdaki Pastörize Sütlerin Bazı Nitelikleri, (n=3)

Nitelikler	Renksiz cam şişedeki pastörize süt	Kartondaki pastörize süt
Özgül ağırlık (gr/cm ³)	1,030±0,000	1,030±0,000
Kurumadde (%)	11,480±0,000	11,480±0,005
Yağ (%)	3,20±0,00	3,17±0,034
Toplam protein (%)	3,04±0,05	3,05±0,016
Homojenizasyon kontrolü	Homojenize edilmiştir.	Homojenize edilmiştir.

Örneklerin Titrasyon Asitlikleri ve pH-değerleri: Bu kriterlere ilişkin rakamlar Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Örneklerin Titrasyon Asitliği (°SH) ve pH-değerleri, (n=3)

Örnekler	Titrasyon asitliği (°SH)			pH		
	1.gün	2.gün	4.gün	1.gün	2.gün	4.gün
A	7,63	9,17	*	6,70	6,36	*
B	7,47	8,24	*	6,70	6,59	*
C	7,54	7,84	7,90	6,69	6,63	6,53
D	7,51	7,96	7,96	6,71	6,66	6,57

Örnekler pıhtılaşmıştan yapılamadı

Birinci günde kartonda bulunan örneklerin (B ve D) titrasyon asitliği değerleri renksiz cam şişede olanlardan (A ve C) daha düşük çıkmıştır. İkinci günde ise oda sıcaklığındaki örneklerin (A ve B) asitliği buzdolabında depolanana (C ve D) göre daha yüksektir. Örnekler arasındaki farklılık 1. günde önemsizken, 2. günde önemli olmuştur ($p<0,05$). Duncan testine göre 2. gündeki bu farklılık A örneğinden ileri gelmiştir. Yine depolama boyunca olan değişim incelendiğinde, 2. ve 4. gündeki fark önemlidir ($p<0,01$).

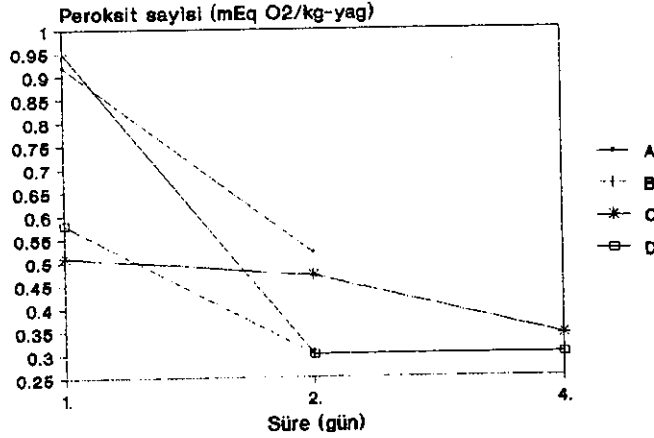
LEVY(1972)'nin yaptığı benzer bir çalışmadaki sonuçlarla, bu çalışmadaki C ve D örneklerinin sonuçları özdeş olmuştur.

Örneklerin pH'larındaki değişimler ise tıpkı titrasyon asitliğinde olduğu gibidir. A örneğinin pH eğerindeki düşme diğerlerinden daha fazladır. İstatistik sonuçlar da hemen hemen aynıdır; sadece depolamanın 1. ve 2. gününde örneklerin pH'ları arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Örneklerin Fosfataz Aktiviteleri: Karton ve şişe ambalajlı pastörize sütlerin fosfataz aktivitelerinin ortalama değerleri depolama boyunca sıfır bulunmuştur. Yani pastörizasyon tam olarak yapılmış ve ambalaj materyalinin bu kriter üzerine bir etkisi görülmemiştir.

Örneklerin Peroksit Sayısı (PV): Pastörize süt örneklerinin peroksit sayılarının (PV) depolama boyunca olan değişimleri Şekil 1'de görülmektedir. PV; örneklerde başlangıçta 0,51-0,95 mEqO₂/kg-yağ arasında değişmiştir. Oda sıcaklığında depolanan örnekler (A ve B), depolamanın 1. gününde diğerlerine göre daha yüksek PV'ye sahip olmuştur.

Depolama boyunca görülen azalış, karton ambalajlı örneklerde daha hızlı seyretmiştir. Bu da kartonun oksijen geçirgenliğinin daha fazla olmasına ve sütlerde oksidatif stabiliteye daha hızlı ulaşılmasına yorumlanmaktadır (TULKIN ve ark., 1978). D örneğinin oksidatif bozulmasının, 2. ve 4. gün arasında hemen hemen tamamlandığı Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Pastörize Süt Örneklerinin Depolama Süresince Peroksit Sayılarında Görülen Değişimler

azalma belirlenmiştir. Birinci ve 4. günler arasında en az azalma D (karton ambalaj + buzdolabı) örneğinde saptanmıştır.

Çizelge 4. Pastörize Süt Örneklerinin Askorbik Asit Miktarları, mg/lt, (n=3)

Örnekler	Depolama Süresi (gün)		
	1.	2.	3.
A	11,34	11,06	*
B	12,27	11,80	*
C	12,00	11,50	10,41
D	12,39	11,68	11,38

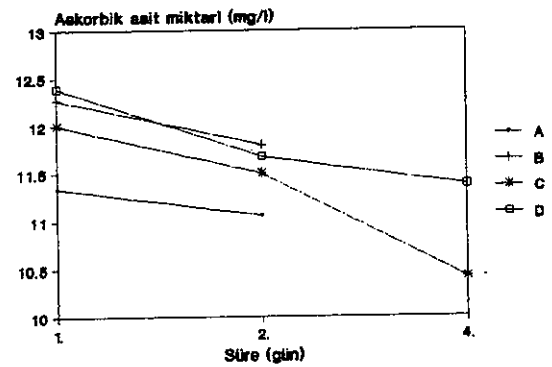
* Örnekler pıhtılaştığından yapılamadı

İstatistiksel olarak da cam şişe ambalajlı örneklerde askorbik asit kaybı karton ambalajlı örneklerle göre daha fazla olmuştur. Yapılan benzer araştırmalarda (SINGH ve ark., 1976; PAIK ve KIM, 1977; DIMICK, 1973), örnekler direkt gün ışığı veya flüoresan ışığında depolandıklarında, karton ambalajlı örneklerde cam şişelerdekine oranla daha az askorbik asit kaybı meydana gelmiştir.

RADEMA (1955)'nin yaptığı benzer bir araştırmada peroksit değerlerindeki değişim bu çalışmada da aynı eğilimi göstermiştir. Başka bir araştırmada cam şişelerdeki pastörize sütler 14 gün boyunca karanlıkta depolanmış ve PV, hep 5 mEqO₂/kg-yag'dan aşağıda saptanmıştır. Sadece birkaç örnekte 6 gün içinde bozulma olmamış ve bu değer 1,33 mEqO₂/kg-yag civarında belirlenmiştir (ALEN ve JOSEPH, 1983).

Örneklerin Askorbik Asit Miktarı:

Örneklere ilişkin askorbik asit miktarları Çizelge 4 ve Şekil 2'de verilmiştir. Tüm örneklerde depolama boyunca bir azalış ortaya çıkmıştır. Cam şişelerdeki örneklerde askorbik asit miktarı, kartona göredaha azdır. Depolama sonunda (4. günde) 2. güne oranla C örneğinde %9,48'lik, D örneğinde % 2,57'lik bir



Şekil 2. Pastörize Süt Örneklerinin Depolama Süresince Askorbik Asit Miktarlarında Görülen Değişimler

Örneklerin Toplam Bakteri ve Koliform Bakteri Sayıları: Pastörize süt örneklerinin mikrobiyolojik sonuçları Çizelge 5'de görülmektedir.

Toplam bakteri sayıları depolama boyunca artmıştır. Depolamanın 2. ve 4. gününde C ve D'nin (buzdolabında tutulan) değerleri düşük olmuştur. Cam şişe ambalajlı örneğin toplam bakteri sayısının karton ambalajlı örneğe göre daha az olduğu gözlenmiştir.

İstatistiksel değerlendirmeler sonunda depolamanın 1. gününde örneklerin toplam bakteri sayıları arasındaki fark önemli bulunmazken, 2. günde oda sıcaklığı ve buzdolabında depolanan örneklerin toplam

Çizelge 5. Örneklerin Toplam Bakteri ve Koliform Sayıları, adet/ml, (n=3)

Örnekler	Toplam bakteri			Koliform bakteri		
	1.gün	2.gün	4.gün	1.gün	2.gün	4.gün
A	1,285	1,3x10 ⁶	*	3,3	3,9x10 ⁴	*
B	786	3,9x10 ⁶	*	4,0	3,6x10 ⁴	*
C	950	2,1x10 ⁶	2x10 ⁵	3,6	5,8x10 ²	3,1x10 ⁵
D	1,596	2,3x10 ²	2x10 ⁶	5,0	1,5x10x2	4,0x10 ⁵

* Örnekler pıhtılaştığından yapılamadı

ve ark., 1957; CHUCHLOWA ve SIKORA, 1977; LANGEVELD, 1971; YAMOMOTO ve ark., 1982) benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Depolamanın 1. gününde B ve D örneklerinin koliform bakteri sayıları A ve C'ye göre daha fazla olmuştur. İkinci ve 4. günde değişim eğilimleri ise pek tutarlılık göstermemiştir.

Toplam bakteride olduğu gibi, koliform bakteri sayıları arasındaki farkın 1. günde önemsiz olduğu saptanmıştır ($p < 0,01$). İkinci günde ise oda ve buzdolabı sıcaklıklarının koliform bakteri sayısına etkisi önemli çıkmıştır ($p < 0,05$).

Bu konuda yapılan benzer bir çalışmada, pastörizasyondan hemen sonra 5°C'de 7 gün depolanan süt örneklerinin % 92,3'ünde koliform bakteri sayısı 1 milyon ad./ml'nin üzerinde bulunurken oda sıcaklığında bu sayının daha da fazla olduğu saptanmıştır (FARKHONDEH ve ark., 1978).

Örneklerin Duyusal Nitelikleri: Bu kritere ilişkin degistatörlerce verilen toplam puanlar Çizelge 6'da sunulmuştur.

Çizelge 6. Örneklerin Toplam Duyusal Puanları, Toplam: 15 puan, (n=3)

Örnekler	1. gün	2. gün	4. gün
A	13,46	10,10	*
B	13,49	9,76	*
C	13,71	13,12	10,61
D	13,57	12,61	9,65

* Örnekler pıhtılaştığından yapılamadı.

bakteri sayıları arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür. Örneklerin depolama süresince toplam bakteri sayılarındaki değişimler arasındaki fark $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Sonuç olarak pastörize sütlerin toplam bakteri sayıları üzerine cam şişe ve karton ambalajların belirgin bir etkide bulunmadıkları söylenebilmektedir. Çeşitli çalışmalarda da (MASONI

Depolamanın 1., 2. ve 4. günlerinde en yüksek puana C örneği (cam şişe + buzdolabı) sahip olmuştur. Ayrıca depolama boyunca oda sıcaklığında bekletilen A ve B örneklerine C ve D'ye göre daha düşük puanlar verilmiştir. Bu sonuç, oda sıcaklığında depolanan örneklerde oksidatif bozulmanın daha fazla olmasına, asitliğin daha çok ilerlemesine bağlanabilir.

RADEMA (1955), karton ve cam şişe ambalajdaki pastörize sütlerde aromada bir farklılık olmadığını belirlerken, SMITH ve MACLEOD (1956) cam şişedeki pastörize sütlerde 4 gün boyunca okside aroma saptamışlardır.

SONUÇ

Genel bir değerlendirme yapıldığında cam şişe ve karton ambalaj materyallerinin ve depolama koşullarının pastörize sütlerin bazı nitelikleri üzerine önemli ölçüde etkili olduğu bulunmuştur. Bunlardan başlıcaları şu şekilde sıralanabilir:

- Cam şişe ve karton ambalajın pastörize sütlerin kurumadde, yağ toplam protein içeriklerini ve fosfataz aktivitelerini etkilemediği de saptanmıştır.

- Örneklerin peroksit değerleri depolama sıcaklığına ve ambalaj materyaline bağlı olarak değişim göstermekle birlikte oda sıcaklığında depolananların oksidatif stabiliteleri, buzdolabında depolananlara göre daha hızlı bozulmuştur. Yine karton ambalajların peroksit değerleri her iki depolama koşulunda da cam şişe ambalajlı örneklerle göre daha yüksek olmuştur.

- Pastörize süt örneklerinin askorbik asit içeriklerindeki azalma, daha çok ambalajın ışık geçirgenliğine bağlıdır. Bu yüzden karton ambalajlar askorbik asit içeriği bakımından örnekleri daha iyi muhafaza etmiştir.

- Örneklerin toplam bakteri sayılarında depolama sıcaklığı ile birlikte ambalaj materyali de etkili olmuştur. Kartonda paketlenmiş sütlerde toplam bakteri sayısı, cam şişelerdekine göre daha fazladır.

- Cam şişe ambalajlarından başlangıçtaki amaca yönelik bir değerlendirme şöyle yapılabilir:

Pastörize süt örneklerinde gerek oksidasyonun daha yavaş seyretmesi, gerekse duyu niteliklerin daha iyi olması bakımından renksiz cam şişe ambalaj, karton ambalaja göre avantajlı durumdadır. Ancak askorbik asit (C vitamini) kaybı ise cam şişe ambalajlı sütlerde daha fazla olmuştur.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1989. SETBİR Yayınları. Hayvansal Ürünler Sanayii 1. Milli Sempozyumu. Kasım 1989. Ankara.
- ANONYMOUS, 1993. SETBİR Yayınları. "AT Gümrük Birliği Karşısında Türkiye Hayvancılık Stratejisi" Sempozyumu. Eylül 1993. I üleburgaz.
- ALLEN, J.C. and JOSEPH, G., 1983. Chemical causes of flavour deterioration in pasteurized milk. *J. Society of Dairy Technol.* 36:1.
- AURAND, L.W., SINGLETON, J.A. and NOBLE, B.W., 1966. Photooxidation reaction in milk. *J. Dairy Sci.* 49:138-143.
- BRADLEY, R.L. Jr., 1980. Effect of light on alteration of nutritional value and flavour of milk. *Dairy Sci. Abst.* 42 (11) 7603.
- CHUCŁOWA, J. and SIKORA, A., 1977. Effect of retail packages used in Poland on quality and keeping quality of market milk. *Dairy Sci. Abst.* 39(8):4657.
- CREDIT, C., HEYWOOD, P. and WESTHOFF, D., 1973. Identification of bacteria isolated from pasteurized milk following refrigerated storage. *Dairy Sci. Abst.* 35(6):2258.
- DIMICK, P.S., 1973. Effect of fluorescent light on the flavour and selected nutrients of homogenized milk held in conventional containers. *J. Milk Food Technol.* 36:7 Pages 383-387.
- DOWNEY, W.K., 1975. Butter quality. *Dairy Research. Review Series No: 7, Dublin.* 4.
- DÜZGÜNBEŞİ, Ö., KESİCİ, T. ve GÜRBÜZ, F., 1983. İstatistik metotları. Ziraat Fak. Yay. No: 681, Ankara.
- FAO (Food and Agriculture Organization), 1977. Laboratory Manual.
- FARKHONDEH, A., KARIM, G. and NAVAB-POOR, S., 1978. A survey of the keeping quality of pasteurized milk Tahran area. *Dairy Sci. Abst.* 40(9):516.
- GLASS, L. and HEDRICK, T.I., 1975. Changes in milk packaged in paperboard or plastic containers. *Dairy Sci. Abst.* 37(5):2305.
- GOUSSAULT, T.B., GAGNEPAIN, M.F. and LUQUED, F.M., 1978. Study of some vitamins in pasteurized milk in relation to packaging and storage. *Dairy Sci. Abst.* 40(11):6836.
- HANKIN, L., DILLMAN, W.F. and STEPHENS, G.R., 1977. Keeping quality milk for retail sale related to code date, storage temperature and microbial counts. *J. Food Protection.* 40:12. Pages 848-853.
- HANSSON, E. and OLSSON, H., 1977. Oxidation of ascorbic acid in carton packaged milk. *Dairy Sci. Abst.* 39(3):1667.
- HARRIGAN, W.F. and Mc CANCE, M., 1966. Laboratory methods in microbiology. Academic Press inc. (London) Ltd. 362 pages.
- HARWEY, A. and HILL, H., 1967. Milk production and control. London, 1967.
- HOSKIN, J.C. and DIMICK, P.S., 1979. Polyethylene Packages. *J. Food Protection.* 42:105.
- KESSLER, H.G., 1988. Lebensmittel und Bioverfahrenstechnik. Verlag A. Kessler. Postfach 1538. D-8050 Freising 639 Seite.
- LANGVELD, L.P.M., 1971. Keeping quality under cold storage conditions of normally and aseptically packaged pasteurized milk. *Dairy Sci. Abst.* 34(2):620.

- LEVY, R.G., 1972. High impact polystyrene for milk packaging. Dairy Sci. Abst. 34(7):367.
- MASONI, S., CREMONNI, G. and BUBINI, P., 1957. Microbial flora of pasteurized milk in glass bottles or Tetra-Pak cartons. Dairy Sci. Abst. 19(1):45.
- MATTSON, J., 1955. Süt mamüllerinde kalite kontrolü. Ankara Ticaret Borsası Yayınları. No: 1. Ankara. 1977.
- PAIK, J.J. and KIM, H., 1977. Riboflavin in milk products and the destructive effect of sunlight. Dairy Sci. Abst. 39(7):3992.
- RADEMA, L., 1955. The influence of sunlight on the flavour of milk. Dairy Sci. Abst. 17(11):971.
- RENNER, E., 1982. Nutritive value of differently packaged pasteurized milk. Dairy Sci. Abst. 44(5):3196.
- RENNER, E., 1984. Verpackung der Konsummilch. Seite 46-113 Justus-Liebig-Universitaet, Giessen.
- RENNER, E., 1986. Milchpraktikum. Milchwissenschaft Fachgebiet Justus-Liebig-Universitaet Giessen. 84 seite.
- RENNER, E., 1989. Micronutrients in milk and milk-based food products. Dairy Science Section. Justus Liebig University. Giessen. Federal Republic of Germany. Seite 40-42.
- SATTAR, A. and DEMAN, J.M., 1974. Effect of packaging material light induced quality deterioration of milk. Dairy Sci. Abst. 36(3):1205.
- SCHRÖDER, M.J.A., SCOTT, K.J., BLAND, M.A. and BISHOP, D.R., 1985. Flavour and vitamin stability in pasteurized milk in polyethylene-coated cartons and in polyethylene bottles. J. Society of Dairy Technol. 38(2). April 1985.
- SINGH, R.P., HELDMAN, D.R. and KIRK, J.R., 1976. Kinetic analysis of light-induced riboflavin loss in whole milk. Dairy Sci. Abst. 38(6):3843.
- SMITH, A.C. and MACLEOD, P., 1956. The effect of artificial light on milk in cold storage. Dairy Sci. Abst. 18(2):178.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü), 1971. Pastörize süt TS. 1019. Ankara.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü), 1981. Çiğ süt TS. 1018. Ankara.
- TULKIN, V.B., TSABERYABAYA, N.I. and FEOFANON, V.D., 1978. Storage of sterilized milk in combined paper packaging. Dairy Sci. Abst. 40(5):2410.
- WORLD DAIRY SITUATION, 1988. (Alınmıştır.) T.S.E.K. Yayınları, No 11. Ankara-1991.
- YAMOMOTO, K., SATO, H. and AKATSU, K., 1982. Distribution of psychrotrophic organisms in commercial milk glass bottle and in paper package. Dairy Sci. Abst. 44(5):3058.
- YÖNEY, Z., 1973. Süt ve mamulleri muayene ve analiz metotları. A.Ü.Z.F. Yayınları: 491. Ders Kitabı: 165. 182 sayfa. Ankara.